スイッチとヒューズを兼用する

オーディオ用 サーキット・プロテクタ

寺田　繁

●フューズ，フューズ・ホルダとスイッチを1つでまかなえるサーキット・プロテクタ

音質を悪化させる要素を取り除けば，結果において音質が向上する，というのが私の考えです．昨年は新開発のターミナルについて私の意見を述べさせていただきました．今回は，電源スイッチとヒューズの問題から始まり，サーキット・プロテクタについてお話します．

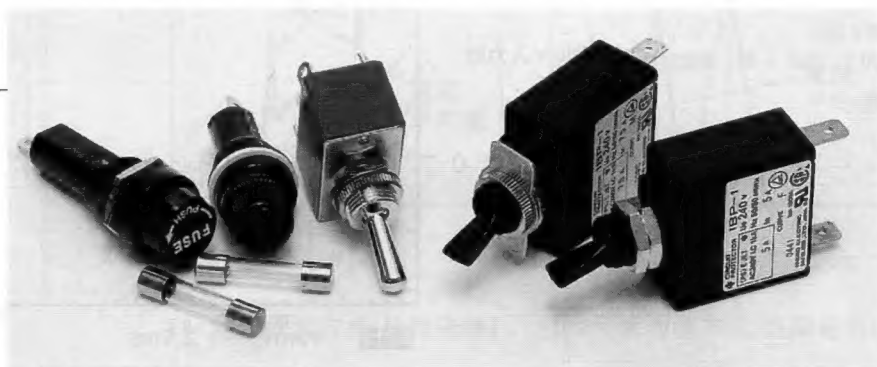
回路遮断器としてのヒューズ

電気事業が始まって以来，永年回路遮断器としてヒューズが使われてきました．

一口にヒューズといっても，用途によって数多くの種類がありますが，ここでいうヒューズは，電気機器や電子機器，それらに使われる部品を保護するために作られたもので，寸法が5φ×20 mm，6.3φ×32 mm（6.3φ×30 mm）および10.3φ×38 mmの，いわゆる管ヒューズと呼ばれるものです．5φ×20 mmはヨーロッパ系，6.3φ×32 mmはアメリカ系ですが，自作アンプなどでは電源側にはアメリカ系が主で，プリント基板上ではおもにヨーロッパ系と，混然と使われています．

これらは同じ寸法，外観でも用途によっていろいろな種類に分けられています．主に遮断容量，溶断特性に大別されます．**第1表**にまとめてみました．オーディオ機器に使用するのは，透明なガラス管ですから，中遮断容量か低遮断容量のものですが，表示されていない限り，外観では速動形（F）かタイム・ラグ（耐サージ形，T）か区別できませんので，購入のときは注意が必要です．遮断電流容量とは，その回路が短絡したときに遮断できる最大電流容量を示すものです．

このほか，電源トランスなどでは，焼損により火災を防ぐため，温度ヒューズがトランス内部に組込まれているものがあります．

ヒューズの最大の欠点は一度溶断したら交換しなければならず，以前使用されていたものと同じ特性のものかを確認しなければならないことです．別に故障でないのにラッシュ・カレントで溶断したり，逆にヒューズが溶断して欲しいときに悠然として溶断しなかったり，アフタ

	5φ×20㎜	6.3φ×30(32)㎜	10.3φ×38㎜
高遮断容量 (記号H) (管は不透明)	AC1500A	AC1500A	AC1500A
中遮断容量 (記号E) (管は透明又は不透明)	AC150A	――――	――――
低遮断容量 (記号L) (管は透明)	AC35A	AC100A(3.5A以下) AC200A(10A以下) AC300A(30A以下)	――――

溶断特性

速動形(F)	32mA～6.3A (50mA～)高遮断容量品 中遮断品はなし	50mA～10A	――――
タイムラグ形(T) (耐サージ)	32mA～6.3A (1A～)高遮断容量品	――――	――――
別規格品 A種,B種	10Amax	30Amax	30Amax

〈第1表〉管形ヒューズの規格表（JIS規格より）

の違いのために生じる反り返る力を利用するものです．力は電流の2乗に比例し，あまり大きくない過電流ではバイメタルがゆっくりと反り始めるので，時限特性が自然にえられるのは，機構が非常に簡単にできることを意味します．ただ，バイメタルが冷却するまで再投入はできません．

(2) **完全電磁式**：コイルと鉄心による電磁力を利用したもので，電磁力は電流×コイル巻数に比例します．巻数は一定ですから，電磁力は正確に電流に比例します．リレーのように鉄心とコイルだけでは時限動作特性は得られないので，バイメタル式よりもはるかに複雑ですが，極めて巧妙な機構をもっています．

第2図を見ていただければわかると思います．負荷の状況によって，オイル・ダッシュポット内のプランジャの動作の様子が実にうまくできています．このダッシュポットのオイルの粘度の配合，調製によって，自由に時限特性をつくることができます．回路が遮断されても，即時再投入ができます(**第2図**)．バイメタル式と完全電磁式の動作原理による利点，欠点は**第3表**のとおりです．

いままでのサーキット・プロテクタは小型とはいえ，オーディオ・アンプに素直にとり入れられる寸法ではありませんでした．最近になって，

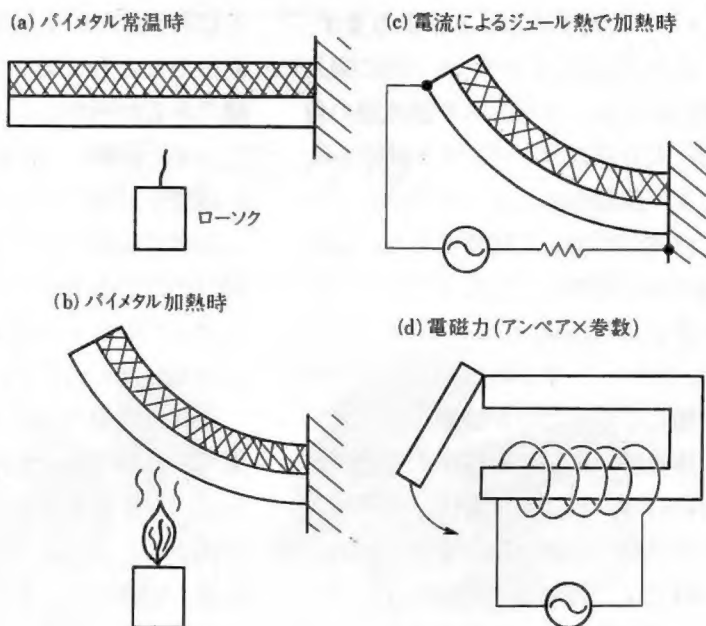
(a) バイメタル常温時

(b) バイメタル加熱時

ローソク

(c) 電流によるジュール熱で加熱時

(d) 電磁力(アンペア×巻数)

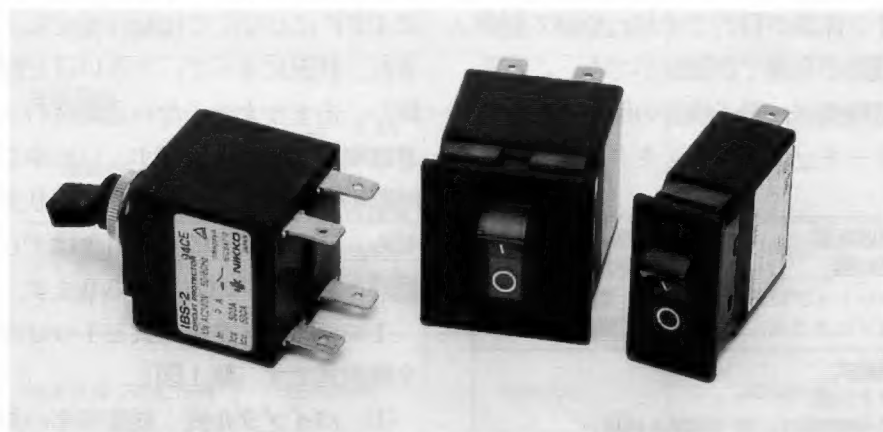
〈第1図〉
バイメタル方式と電磁方式のスチッチのひきはずし機構のちがい．バイメタルは熱膨張係数の異る2種の金属を組み合わせたものである

高さ35.5 mmという超小型品が登場し，しかもトグル・スイッチと互換できる取付け構造のものもあり，薄型のシャーシや業務用標準ラックで最も薄型の1U形パネル(3/4インチ，44 mm)にも，余裕をもつて取付けられるようになりました．

電流も標準で0.1から25 Aまで，1極，2極形，そしてハンドル・ノブの形状，プッシュプル開閉，照光も可能なシーソー開閉式など用途に合わせいろいろな選択ができます．このほか，コイルも直列形，並列形，外部からの電圧により引きはずし，リレー形，主回路に連動した補助接点付(HCスイッチ付)から，コイルなどを除外した高信頼スイッチ用など，さまざまな使いかたに対応した製品があります．

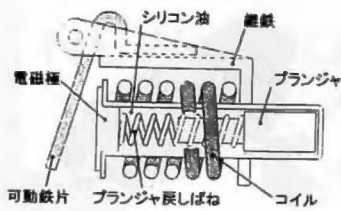
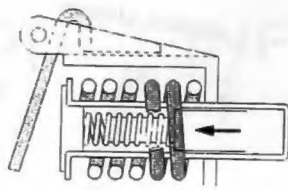
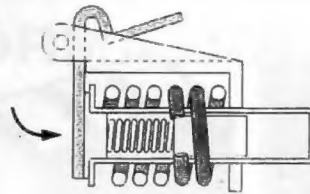
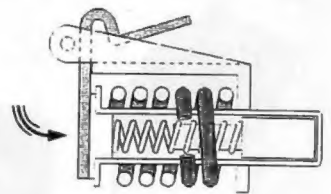
性能は，超小型でありながら，遮断容量AC 240 Vで1000 A，DC 50 Vで500 Aという優れものです．一般のトグル・スイッチでは耐久寿命は無負荷で5,000回とか10,000回となっていますが，このサーキット・プロテクタは定格電流の実負荷で10,000回の開閉耐久という高性能品です(**第4表**)．

オーディオ用としてはあまりにも種類が多く，選択に迷うかも知れませんが，トグル・スイッチの穴あけ寸法(12 φmm)と代替させたいならIBP-1，さらにパイロット・ランプ表示もつけたいなら，穴あけは別加工になりますが，照光式ロッカー形IBR-1 L，または2 L(2極)がよいでしょう(**第3図**)．

時限動作特性はオーディオ・アンプではM(中速形)かF(高速形)タイプがよいと思います．モータなどの機器にはS(低速形)タイプを使用します．半導体素子そのものの保護のように，一定以上の過電流に対して瞬時に遮断したい時はI(瞬時形)タイプを使用します．

定格3 Aというのは，3 Aで遮断するのではなく，連続通電で3 A流

●オーディオに最適の小型サーキット・プロテクタ．中央はランプつき2回路

正常負荷状態　過負荷初期状態　過負荷遮断状態　短絡遮断状態

シリコン油　継鉄　電磁極　プランジャ　可動鉄片　プランジャ戻しばね　コイル

〈第2図〉サーキット・ブレーカの動作. 短絡遮断時は, プランジャが動くのを待たずに可動鉄片が一気に吸引される

	利点	欠点
バイメタル式	熱動式なので実効値動作のため ひずんだ負荷電流でも補正が不要	小電流が作りにくい 周囲温度の影響を大きく受ける 即時再投入が出来ない
完全電磁式	原理的にどんな電流値でも作れる 周囲温度の影響が少ない 即時再投入が出来る	ひずんだ負荷電流でも補正が 必要な場合がある

〈第3表〉バイメタル式と完全電磁式の得失

形式	IBS	IBP	IBR	IBC
極数	1, 2	1, 2	1, 2	1
ハンドル形状	トグル (角形)	トグル (パドル)	ロッカー (-L は照光式)	押ボタン プッシュプル
定格電圧(1)	AC 240 V (50/60 Hz)			
標準定格電流	0, 1, 0.5, 1, 2, 3,5, 7.5, 10, 12.5, 15, 20, 25 A			
定格遮断容量	AC 240 V/1000 A, DC 50 V/500 A			
内部回路	直列, 並列, リレー, スイッチ			
動作特性	S(低速), M(中速), F(高速), I(瞬時)			
電気的性能	開閉耐久　10000 回以上 (定格電流, 実負荷) 耐電圧　AC 3000 V, 1分 絶縁抵抗　≧1000 MΩ/DC 500 V			

(1) IBC を除いて, UL, CSA, TÜV の規格認定あり

〈第4表〉超小型サーキット・プロテクタ (日幸電機製) の規格

せるということです. そして, 125% 以上でかならず遮断するようになっています. 時限特性がタイプによって異なるのは第4図のとおりです.

また特殊な用途として, カット・コアのような励磁突入電流の大きいトランスや直流回路で大容量コンデンサなどの突入電流での不要動作を防ぐため, オプションとしてイナーシャル・ディレー装置をつけることもできます.

完全電磁式プロテクタは, バイメタル式のように周囲温度の変化で定格電流が狂うことはないのですが, ダッシュポットのオイルの粘性が温度変化することや使用金属材料の温度特性などで, 時限動作特性は変化します. これは一般の使用には問題になりませんが, 特殊な装置では考慮する必要があります.

完全電磁式プロテクタの使用で音質が向上するか

日幸のサーキット・プロテクタを初めて自作アンプ (本誌4月号) に使用された新忠篤氏は, ヒューズとトグル・スイッチによる従来のものに比べはっきりと音質向上が見られた, と述べられています. この変化について, 大勢の人で確認できる評価セットを作りたいといわれているので, たいへん興味のある実験として期待しています.

バイメタル式のサーキット・プロテクタは, 異種金属を貼合わせた金属(膨張係数の違う異種金属, たとえばニッケルと黄銅など) 中を負荷電流が流れます. 一方, 日幸の完全電磁式サーキット・プロテクタは, 無酸素銅のマグネット・ワイヤーと銀接点がおもな導体の構成で, 磁性材料も残留磁気やヒステリシス損の少ない電磁軟鋼が使われています.

接点材料は, 遮断容量の大きいものには融点の高い合金が使われます

〈第3図〉オーディオ用に好適の小型サーキット・プロテクタ IBR と IBS 型の外形寸法図

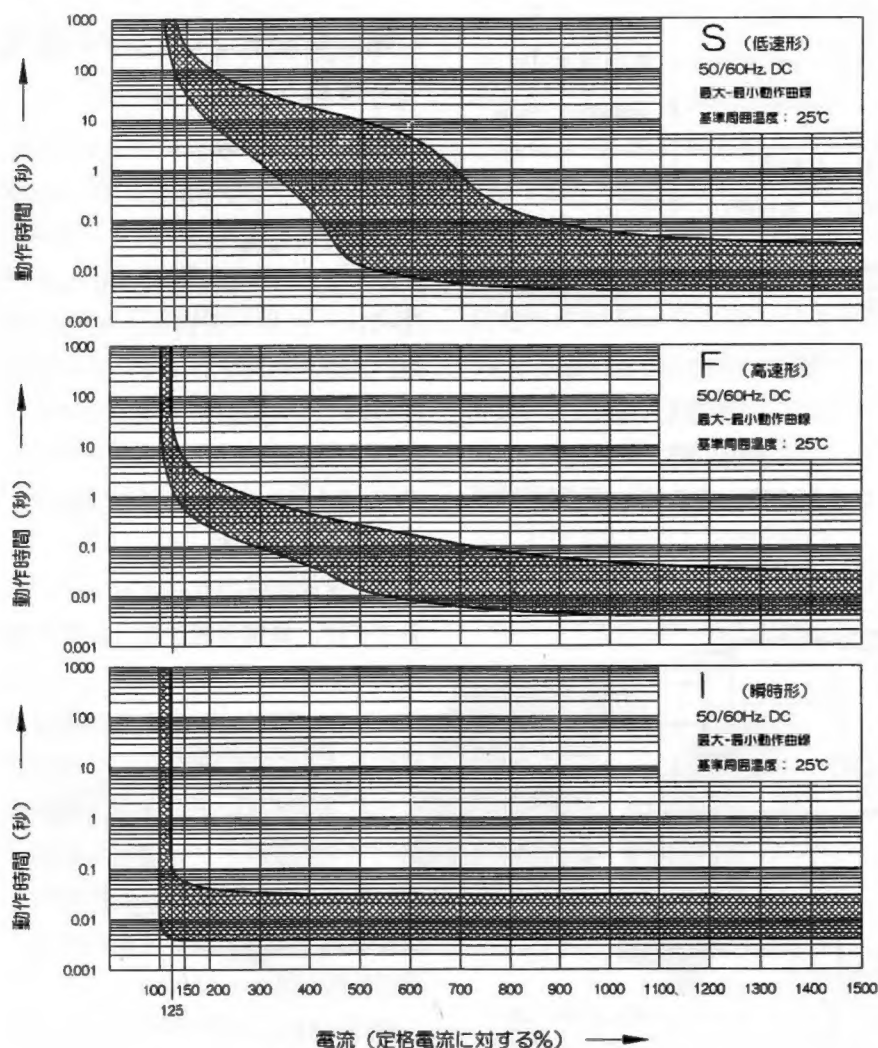
●左は多連型，右は過電流プロテクタ

が，オーディオのように微少電流から大電流までひずみなく電流を通過させるには，接触抵抗の最も小さい銀接点が最適です．大電流ならトンネル効果もあってどんな素材でも流すことができますが，微少電流は流れ難いものなのです．リレーなどには，微少電流にも対応する接点がカタログ上に明記されています．

銀については，スピーカ・ターミナルの記事(2003年11，12月号)でも触れましたが，金属では最も固有抵抗が小さく，硫黄成分の雰囲気以外には錆にくく，プロテクタには最も適した接点材料で，わずかな表面の酸化膜，よごれなどは開閉時のセルフ・クリーニング機構で常時クリーンな接点同志で接触できるよう処理されています．

電源コードにどんなによいものを使用しても，髪の毛のような太さのヒューズを通過するのですから，ここで音質が劣化する要素を十分持っているのではないでしょうか．電源コードを替えたら音質がよくなったといわれるかたも多数おられるので，ヒューズを廃止し，トグル・スイッチをサーキット・プロテクタに交換して音質向上するかどうか，ぜひ自身でご確認ください．その結果をお知らせいただければ幸いです．私自身はアンプ製作にヒューズを使用したことがないのでわかりませんので．

トグル・スイッチ＋ヒューズ・ホルダ＋ヒューズの一式がサーキット・プロテクタ1つで代替できます．価格もそんなに高くはありません．プリアンプには1A程度，パワー・アンプには，出力にもよりますが3A，5A，7.5A，10Aのなかから選べばよいでしょう．

サーキット・プロテクタは産業用途としてコンピュータ，OA機器，通信機，放送機器，計測器，医療機器，エンジン発電機，各種電源機器，工作機，溶接機などから自販機，娯楽機器と，用途はますます拡がっています．カレント・プロテクタも非常にユニークな製品で，安価で便利なものですので，機会を見て改めて紹介したいと思います．

〈第4図〉超小型サーキット・プロテクタの遮断特性